

помощью сканирующего электронного микроскопа JEOL JSM – 6510. Аттестацию электрофизических свойств (температурные зависимости электрической емкости $C(T)$ и тангенса угла диэлектрических потерь $\tan\delta(T)$) исследовали в температурном интервале 297 – 897 К двухконтактным методом с помощью измерителя RLC АКТАКОМ АМ-3028. Частотные зависимости диэлектрических характеристик изучали в диапазоне от 20 Гц до 1 МГц.

В докладе обсуждаются вопросы оптимизации режимов синтеза однофазных керамических фаз на основе ниобатов одновалентных металлов при частичном замещении ионами молибдена и вольфрама соответственно. Установлено, что твердые растворы состава $Ag_{1-x}Nb_{1-x}Me_xO_6$ ($Me = Mo, W$) со структурой типа перовскита образуются в температурном интервале 1023 – 1223 К. Следует отметить, что синтезированные керамические материалы, изоморфные перовскиту, при комнатной температуре характеризуются невысокими значениями диэлектрической проницаемости ($\epsilon \approx 10$) и тангенса угла диэлектрических потерь ($\tan\delta \approx 0.004$ при $f = 1$ кГц). Микроструктура исследуемых образцов представлена на *рис. 1*.

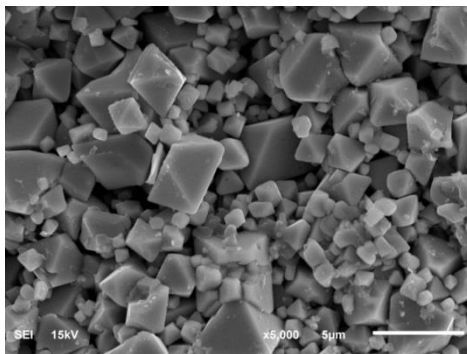


рис. 1. Микрофотография образца состава $Ag_{0.6}Nb_{0.6}W_{0.4}O_6$, спеченного при 1373 К

Работа выполнена при финансовой поддержке «Фонд поддержки молодых ученых».

Список публикаций:

- [1] Титов С. В., Резниченко Л. А., Разумовская О. Н., Титов В. В., Шилкина Л. А., Шевцова С. И. // *Неорганические материалы*. 2009. Т. 45. № 3. С. 334.
[2] Луницкая Ю. А., Калганов Д. А., Ключева М. В. // *Неорганические материалы*. 2018. Т. 54. № 3. С. 252.

Термодинамический анализ равновесия кубического и тетрагонального бейнита в сталях

Булдашев Иван Владимирович
Мирзаев Джалал Аминович

Южно-Уральский государственный университет
Мирзаев Джалал Аминович, д.ф.-м.н.
Buldashev.ivan@mail.ru

В работе [1], основываясь на теории Зинера-Хачатуряна [2], были рассчитаны химические потенциалы железа и углерода в твердых растворах Fe-C с тетрагональной и кубической решетками. На основе этого анализа получены уравнения равновесия кубического и тетрагонального бейнитного феррита или мартенситных фаз:

$$RT \left(\ln \left(\frac{x_C^T}{3-4x_C^T} \right) - \ln \left(\frac{x_C^\alpha}{3-4x_C^\alpha} \right) \right) - \frac{2}{3} \frac{x_C^T}{1-x_C^T} \left(N_0 \lambda_0 \eta^2 + \frac{1}{3} {}^0L_{FeVa,C}^{bcc} \right) +$$

$$+ \frac{2}{9} \left(\frac{x_C^\alpha}{1-x_C^\alpha} \right) {}^0L_{FeVa,C}^{bcc} + \frac{RT}{3} [2(1-\eta) \ln(1-\eta) + (1+2\eta) \ln(1+2\eta)] = 0 \quad (1)$$

$$3RT \left(\ln \left(\frac{3-4x_C^T}{3(1-x_C^T)} \right) - \ln \left(\frac{3-4x_C^\alpha}{3(1-x_C^\alpha)} \right) \right) + \frac{1}{3} \left(\frac{x_C^T}{1-x_C^T} \right)^2 \left(N_0 \lambda_0 \eta^2 + \frac{1}{3} {}^0L_{FeVa,C}^{bcc} \right) - \frac{1}{9} \left(\frac{x_C^\alpha}{1-x_C^\alpha} \right)^2 {}^0L_{FeVa,C}^{bcc} = 0,$$

(2)

где x_C^α и x_C^T – атомные доли углерода в кубической α - и T – тетрагональной фазах. N_0 – количество атомов

железа, λ_0 – параметр деформационного взаимодействия, а η – параметр порядка в теории Хачатуряна. Величина ${}^0L_{Fe,Va,C}^{bcc}$ в модели ХиллERTA-Стаффонсона эквивалентна энергии смешения атомов углерода и октаэдрических пор. Критика Агреном значения этой величины у Густафсона и сделанные Маклелланом и Бхадешиа поправки привели в итоге нас к величине 1300 кДж/моль, которая использовалась при совместном решении уравнений (1) и (2). Результаты расчета представлены на Рис.1 в виде диаграммы, из которой видно, что при 300 К кубический мартенсит, содержащий 0,24 масс.% С находится в равновесии с тетрагональным мартенситом с концентрацией 0,57 масс.% С. Приблизительно в этом интервале наблюдается нарушение линейности отношения c/a в зависимости от содержания углерода по Г.В. Курдюмову [3].

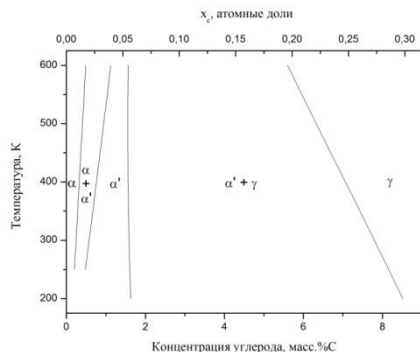


рис.1. Низкотемпературная метастабильная диаграмма фазового равновесия Fe-C.

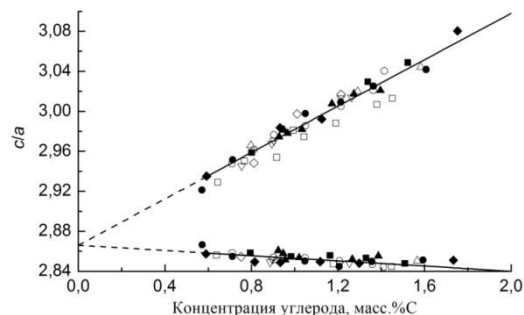


рис.2. Зависимость отношения параметров решетки c/a углеродистого мартенсита от содержания углерода по Курдюмову.

Список публикаций:

- [1] Мирзаев Д.А., Мирзоев А.А., Булдашев И.В., Окишев К.Ю. // ФММ. 2017. Т. 118. № 6. С.547-553.
 [2] Хачатурян А.Г. Теория фазовых превращений и структура твердых растворов. М.: Наука, 1974. 384 с.
 [3] Курдюмов Г.В. Явления закалки и отпуска. М., Металлургиздат, 1960. 64 с.

Формирование текстуры деформационными методами в сплавах Гейслера

Габдрахманова Лилия Айратовна¹

Мусабилов Ирек Ильфирович², Сафаров Ильфат Миндигалеевич², Галеев Рафаил Мансурович²,
 Гайфуллин Руслан Юнусович¹, Абдуллина Динара Рамиловна¹, Мулюков Радик Рафикович²

¹Башкирский государственный университет

²Институт проблем сверхпластичности металлов РАН

la-gabdrahmanova@mail.ru

Сплавы Гейслера демонстрируют такие уникальные свойства как ферромагнитный эффект памяти формы, магнитокалорический эффект и др. Недостатком сплавов является низкие механические свойства, которые проявляются в том, что в результате многократных циклов мартенситного превращения образец сплава разрушается. Одним из способов решения проблемы является деформационно-термическая обработка (ДТО) литого сплава. При этом в процессе обработки необходимо получение не только структуры, обеспечивающей повышение механических свойств сплава, но и обеспечение максимально возможной величины функционального эффекта. Для этого необходимо создание в материале острой текстуры.

В работе представлены результаты исследования влияния на микроструктуру и формирование текстуры комбинированной деформационно-термической обработкой методом всесторонней изотермическойковки и экструзии сплава семейства Ni-Mn-Ga. Для этого был выплавлен сплав методом аргоно-дуговой плавки. Слиток сплава обычно имеет форму неподходящую для деформационной обработки. С этой целью сплав был залит в кварцевый стакан и подвергнут дополнительной вакуумной индукционной переплавке в кварцевом стакане. В итоге был получен сплав состава $Ni_{2.26}Mn_{0.80}Ga_{0.89}Si_{0.05}$. Наличие кремния обусловлено его проникновением в слиток в процессе его переплавки в кварцевом стакане. Анализ элементного состава показывает, что его распределение в объеме материала равномерно. Экспериментальные исследования показывают, что экструзия сплава в литом состоянии при 700°C не приводит к фрагментации зеренной структуры. Потому сплав был подвергнут комбинированной ДТО методом всесторонней изотермическойковки при 700°C и последующей экструзии при 700°C в оснастке с переходом 10 мм → 5 мм ($\epsilon=1.39$). В результате такой обработки в сплаве была сформирована острая металлографическая текстура, в которой наблюдаются вытянутые зерна длиной до 1 мм и 100-200 мкм в поперечнике. При этом эти крупные зерна окружены